

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

**GANHO GENÉTICO PARA CARACTERES ADAPTATIVOS EM
POPULAÇÕES DE MILHO DOCE**

ALEXANDRE WUNDER VOLTZ
Engenheiro Agrônomo/UNIJUÍ

Dissertação apresentada com um dos
requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Fitotecnia
Área de Concentração Plantas de Lavoura

Porto Alegre (RS), Brasil
Maio de 2002

Dedicatória

*Aos meus pais e ao meu irmão que acreditaram que isto fosse possível,
pelo amor, carinho e constante incentivo
À minha avó pelo apoio, amor e carinho
À minha noiva pelo apoio, incentivo, amor e carinho.
Obrigado!*

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Aos professores Maria Jane Cruz de Melo Sereno, uma mãe para mim, pelos seus conselhos e sua atenção, estímulo e amizade.

Ao professor José Fernandes Barbosa Neto, pela orientação, estímulo e amizade, e pelos ensinamentos ao longo destes dois anos.

Aos colegas Cícero Carlos, Edson Amorim, Elbio Cardoso, Elton Vacaro, Léo Duc, Mara Lopes, Mariângela dos Santos, Paulo Fagundes, Sérgio dos Anjos, pelo estímulo, horas de estudo, ajuda e amizade.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Plantas de Lavoura e Departamento de Meteorologia da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

Ao CNPq pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

À empresa Agroeste Sementes Ltda., pelo apoio e área experimental.

À Deus.

Aos meus amigos em geral e demais familiares, especialmente aos que contribuíram na realização deste trabalho.

Aos meus pais Rudi Carlos Voltz e Ivete Wunder Voltz, por estarem sempre junto a mim, fornecendo força e estímulo, pelo carinho, educação, exemplo de vida a ser seguida e por inúmeras coisas que seria impossível citá-las. Ao meu irmão Alberto Wunder Voltz, a minha noiva Mônica Bortolan e a minha avó Anna Wunder que sempre estiveram junto a mim, pelo amor, carinho e compreensão (amo muito vocês). A todos um muito obrigado pela realização deste trabalho.

GANHO GENÉTICO PARA CARACTERES ADAPTATIVOS EM POPULAÇÕES DE MILHO DOCE¹

Autor: Alexandre Wunder Voltz

Orientador: José Fernandes Barbosa Neto

RESUMO

O milho doce poderá ser uma alternativa econômica, principalmente, para pequenos agricultores que produzem para consumo *in natura* e para a indústria. No entanto, os genótipos de milho doce atualmente cultivados no Rio Grande do Sul, apresentam deficiências de adaptação às condições de ambiente do sul do Brasil, causando instabilidade de produção. Com o objetivo de estudar a variabilidade genética, estimar os parâmetros genéticos e verificar a possibilidade de ganho genético através da seleção para cinco caracteres adaptativos, foram avaliadas quatro populações de milho doce (BR400, BR401, BR402 e HT-1). Os experimentos foram conduzidos durante os anos agrícolas 2000/2001 e 2001/2002 na Estação Experimental Agronômica da UFRGS em Eldorado do Sul, RS. Os resultados obtidos indicaram a existência de variabilidade genética para a maioria dos caracteres avaliados nas populações. De maneira geral, a seleção realizada foi ineficiente, devido ao uso de práticas culturais inadequadas que contribuíram para o aumento da interação genótipoXambiente. As populações BR400 e BR401 não demonstraram ganho genético neste ambiente para os caracteres desejados. Por outro lado, nos genótipos HT-1 e, principalmente, na BR402, foram observados ganhos genéticos favoráveis na estatura de planta e florescimento masculino, indicando a possibilidade de ajuste das populações às condições de ambiente do sul do Brasil.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (43 p.). Maio, 2002.

GENETIC GAIN FOR ADAPTATIVE TRAITS IN SWEET CORN POPULATIONS²

Author: Alexandre Wunder Voltz
Adviser: José Fernandes Barbosa Neto

ABSTRACT

Sweet corn is an economic alternative for small farmers, that produce for human consumption, and for the canned food industry. However, the genotypes of sweet corn available are not well adapted to environmental conditions of Southern Brazil, causing production instability. The objectives of this study were to investigate the genetic variability, to estimate genetic parameters, and to verify the possibility of genetic gain through selection for five adaptative traits in sweet corn populations. Half-sib families of four populations of sweet corn (BR400, BR401, BR402 and HT-1) were selected for plant height and heading date in 2000/2001. In 2001/2002, cycle 0 and cycle 1 were grown in a randomized block design. Evaluated traits were: plant height, ear height, heading date, silking date, and pollen to silking interval. The results indicated the existence of genetic variability for most of the traits evaluated in the populations. In general, selection was inefficient due to use of inadequate cultural practices in the presence of genotypeXenvironment interaction. The populations BR400 and BR401 did not demonstrate genetic gain for desired traits. On the other hand, in HT-1 and, specially, in BR402, it was observed favorable genetic gain for plant height and heading date, indicating a possibility for improvement of these populations to the environmental conditions in Southern Brazil.

² Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (43 p.) May, 2002.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Caracterização do milho doce	3
2.2. Caracteres adaptativos em milho doce.....	6
2.3. Progresso genético em milho doce.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Experimento1	13
3.2. Experimento 2	16
3.3. Experimento 3	16
3.4. Análise estatística.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÕES	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
7. VITA	43

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Descrição das populações de milho doce semeadas na EEA/UFRGS no ano agrícola 2000/2001.....	14
2. Resumo da análise da variância para os caracteres avaliados em três populações de milho doce. Porto Alegre – RS, 2000/2001.....	19
3. Média e desvio padrão (DP) dos caracteres avaliados em quatro populações de milho doce. Porto Alegre – RS, 2000/2001.....	21
4. Número de famílias distribuídas em nove classes fenotípicas em quatro populações de milho-doce para os caracteres estatura de planta e florescimento masculino. Porto Alegre – RS, 2000/2001.....	22
5. Variância aditiva (σ^2_A), herdabilidade (h^2) e ganho genético estimado (Ge) ¹ para os caracteres avaliados em três populações de ciclo 0 de milho doce. Porto Alegre – RS, 2000/2001.....	23
6. Análise da variância dos caracteres avaliados em diferentes ciclos de seleção em quatro populações de milho doce. Porto Alegre – RS, 2001/2002.....	25
7. Média, herdabilidade realizada (h_R) e ganho genético realizado (G_R) dos caracteres estatura de planta (cm), altura de inserção da espiga (cm), florescimento masculino (Graus Dias), florescimento feminino (Graus Dias) e intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (Graus Dias) para cada classe selecionada da população BR400. Porto Alegre – RS, 2001/2002.....	27
8. Média, herdabilidade realizada (h_R) e ganho genético realizado (G_R) dos caracteres estatura de planta (cm), altura de inserção da espiga (cm), florescimento masculino (Graus Dias), florescimento feminino (Graus Dias) e intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (Graus Dias) para cada classe selecionada da população BR401. Porto Alegre – RS, 2001/2002.....	30
9. Média, herdabilidade realizada (h_R) e ganho genético realizado (G_R) dos caracteres estatura de planta (cm), altura de inserção da espiga (cm), florescimento masculino (Graus Dias), florescimento feminino (Graus Dias) e intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (Graus Dias) para cada classe selecionada da população BR402. Porto Alegre – RS, 2001/2002.....	32
10 Média, herdabilidade realizada (h_R) e ganho genético realizado (G_R) dos caracteres estatura de planta (cm), altura de inserção da espiga (cm), florescimento masculino (Graus Dias), florescimento feminino (Graus Dias) e intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (Graus Dias) para cada classe selecionada da população HT-1. Porto Alegre – RS, 2001/2002.....	35

1. INTRODUÇÃO

O milho doce poderá ser uma alternativa de grande valor para os agricultores no Rio Grande do Sul, principalmente nos cinturões verdes de grandes cidades, sendo comercializado *in natura* (milho verde) ou industrializado (milho enlatado). Em virtude de suas características agronômicas desejáveis como pericarpo fino, endosperma com textura delicada, e pela qualidade do grão, principalmente, pelo seu caráter doce presente no endosperma do grão, esta cultura poderá obter preços favoráveis no mercado. Este fato, conjugado com a colheita precoce, 20 dias após o florescimento, possibilitará ao agricultor mais de uma safra por ano agrícola.

Desta forma, é fundamental o ajuste de genótipos ao ambiente do sul do Brasil, possibilitando a escolha de variedades com diferentes características de ciclo e de planta. Neste sentido, a carência de genótipos adaptados tem impedido uma expansão do milho doce no estado, principalmente pela presença de caracteres agronômicos indesejáveis, como elevada estatura de planta e ciclo inadequado. De maneira geral, as variedades cultivadas no estado são provenientes de programas de melhoramento instalados no centro do Brasil, os quais trabalham com germoplasma tropical de milho e que apresentam problemas de estabilidade de comportamento em condições subtropicais.

Como consequência, é necessário o estabelecimento de um programa de melhoramento de milho doce no sul do Brasil, o qual vise inicialmente o desenvolvimento de genótipos ajustados ao ambiente. Alguns programas foram testados no Rio Grande do Sul, porém estes foram desativados pelas mais diferentes razões, sem produzir resultados objetivos para os agricultores. Assim sendo, o trabalho de melhoramento deve começar por caracteres adaptativos, notadamente ciclo e estatura de planta, estabelecendo uma base sólida para a seleção de novas variedades, as quais preencham a lacuna existente no estado e que possibilitem aos produtores uma exploração racional e vantajosa de suas propriedades.

O presente trabalho teve como objetivos estimar os parâmetros genéticos e verificar a possibilidade de ganho genético em caracteres adaptativos em quatro populações de milho doce, permitindo o desenvolvimento de novos genótipos adaptados às condições de ambiente do sul do Brasil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Caracterização do milho doce

O milho doce é considerado uma hortaliça que sofreu mutações recessivas a partir do milho comum, as quais aumentaram o nível de açúcares no endosperma (Revilla & Tracy, 1995), dando um caráter doce ao grão. Este caráter doce do milho deve-se a presença de inúmeros genes mutantes recessivos, sendo que os alelos mutantes mais importantes são o *shrunk₂* (*sh₂*), o *sugary₁* (*su₁*) e o *brittle₂* (*bt₂*) (Teixeira et al., 2001) que, quando presentes, isoladamente ou em conjunto, causam mutações específicas de grão (alteração da síntese de amido no grão), resultando no bloqueio da conversão de açúcares em amido no endosperma (Gama et al., 1992). Os milhos doces são caracterizados por conterem altos teores de açúcares e muito pouco amido no endosperma dos grãos, o que os torna enrugados e translúcidos quando secos (Teixeira et al., 2001).

O milho doce possui características especiais para consumo humano como sabor adocicado, pericarpo fino e endosperma com textura delicada quando no estágio de grão leitoso, ou seja, no de milho verde, o qual pode ser consumido na forma *in natura*, como milho verde em espigas, ou após o processamento, como grãos verdes em conserva (Parentoni et al., 1990; Storck & Lovato, 1991; Gama et al., 1992), pois

constituem-se de grãos tenros, apresentando maior quantidade de sacarose, dextrinas e vitaminas em relação ao milho verde comum, porém, em virtude do pouco conhecimento por parte dos consumidores e da pequena disponibilidade de sementes, seu cultivo tem sido bastante restrito (Storck & Lovato, 1991; Teixeira et al., 2001).

Para os produtores hortigranjeiros, nos cinturões verdes das cidades, o milho doce é uma cultura de grande potencial econômico para o mercado atual (Storck & Lovato, 1991). No entanto, no Brasil, a produção desta cultura está concentrada nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Pernambuco (Gama et al., 1992), devido a falta de genótipos de milho doce adaptados as condições de ambiente e sua importância popular na alimentação, consumida na forma de milho verde (*in natura*) e enlatada (industrializado), bem como uma alternativa nova como fonte de renda que vem ganhando espaço na cultura destes estados.

A alta tecnologia empregada no cultivo do milho doce, bem como sua utilização pela indústria, requer cultivares com características superiores como sistema radicular com desenvolvimento profundo, colmos mais vigorosos, resistentes a pragas e moléstias e elevada produtividade (Storck & Lovato, 1991). Outras características específicas do milho doce como uniformidade de maturação, tamanho e forma das espigas, empalhamento com aderência firme e cobertura completa da espiga, o que evita o ataque de insetos e pássaros, com folha bandeira da espiga longa, favorecendo o despalhamento mecânico, são importantes (Storck & Lovato, 1991; Tracy, 1997).

Para o consumo *in natura* algumas características são indispensáveis como a qualidade do grão (longos e macios de coloração amarelo-alaranjado), pericarpo fino e

sem aderência, o que contribui para a maior maciez do grão, e a mais importante, teor de açúcar nos grãos (Storck & Lovato, 1991; Tracy, 1997; Teixeira et al., 2001).

Atualmente, estão descritos mais de 12 genes mutantes para tipo de grão em milho. Para o caráter adocicado, os alelos mutantes utilizados na maioria dos cruzamentos em milho doce são o *sugary₁* (*su₁*), o *shrunk₂* (*sh₂*) e o *brittle₂* (*bt₂*). Os alelos *sugary₁* (*su₁*), o *shrunk₂* (*sh₂*) são mutações do endosperma de importância cada vez maior para a indústria de milho doce devido a sua superioridade na qualidade para uso alimentar (Kaukis & Davis, 1986). O alelo *su₁* condiciona altos teores de fitoglicogênio ou polissacarídeos solúveis em água e baixo conteúdo de amido (Cameron & Cole Jr., 1959; Gonzáles et al., 1976; Teixeira et al., 2001).

Os mutantes *brittle₂* e *shrunk₂* acumulam açúcares às expensas de amido e apresentam teores muito baixos de carboidrato total no estágio de maturação. Devido a este acúmulo, os genótipos que contêm estes genes são considerados superdoces (Dickinson & Preiss, 1969; Teixeira et al., 2001). Os genótipos com alelos *sh₂* apresentam grãos com duas a três vezes mais sacarose na maturação e, mantém concentrações de açúcar e umidade superiores por mais tempo após a colheita (Garwood et al., 1976). Da mesma forma, o gene mutante *sh₂* promove um incremento do teor de açúcar e reduz o nível de amido durante o desenvolvimento do endosperma, determinando reduzida emergência e baixo vigor das plântulas, pois contém baixa reserva de carboidrato (Parera & Cantliffe, 1991; Parera & Cantliffe, 1994; Parera et al., 1995; Parera et al., 1996).

Os genes *brittle₁* e *brittle₂*, por sua vez, tem sido empregados com sucesso em ambientes tropicais, especialmente no Hawai (Kaukis & Davis, 1986), pois aumentam o conteúdo de açúcar no endosperma e reduz o conteúdo de amido, obtendo um grão de

melhor qualidade mesmo em altas temperaturas nos trópicos (Creech & McArdle, 1966; Kaukis & Davis, 1986). A presença do gene *brittle₁* é importante devido ao seu baixo acúmulo de açúcar, não causando problemas mais severos na emergência e vigor das plântulas de milho doce (Kaukis & Davis, 1986).

Devido ao alto nível de açúcares presentes na semente, os cultivares de milho doce, portadores dos genes *bt*, *bt₂*, *sh₂* e *sh₄*, são chamados de milho doce tipo superdoce, pois acumulam mais açúcares do que o milho normal (tardio) (*Su*) no endosperma dos grãos (Kaukis & Davis, 1986).

Em função das diferentes mutações ocorridas existem hoje diferenças na textura, forma e quantidade de endosperma (Tracy, 1997). O açúcar principal é a sacarose, com menor quantidade de glicose, frutose e maltose presente no endosperma. O principal efeito associado com o gene *su* é a acumulação do fitoglicogênio (polissacarídeo semelhante à estrutura ramificada do glicogênio de animais). Porém, aos 20 dias após a polinização, o nível de açúcar dos grãos mutantes (milho doce) são semelhantes aos grãos do milho comum. O efeito aditivo da diminuição da atividade enzimática pode resultar numa redução significativa da síntese de amido, o que interfere na acumulação de açúcares (Tracy, 1997).

2.2. Caracteres adaptativos em milho doce

A estatura da planta e o ciclo vegetativo são caracteres adaptativos de extrema importância para o ajuste dos genótipos ao ambiente de cultivo. A estatura baixa de planta reduz o problema de acamamento e permite a aplicação completa de fertilizantes nitrogenados. Da mesma forma, a redução no ciclo vegetativo da cultura facilita a sucessão com o cultivo de verão (soja) ou inverno (trigo, aveia, centeio,

cevada, etc.) (Carvalho et al., 1981) e, no caso do milho doce, a possibilidade de realizar duas colheitas por safra. O ajuste desses caracteres possibilita adequar cultivos sucessivos e utilizar técnicas agrônômicas mais eficientes, que contribuem para o aumento do rendimento de grãos.

Embora a utilização de genótipos de estatura baixa possibilite ganho no rendimento de grãos e, ainda, o cultivo em locais altamente favoráveis, principalmente com a irrigação e temperaturas altas (Stoddart & Lloyd, 1986), eles tendem a ser mais suscetíveis ao efeito do estresse ambiental, causado pela aplicação de altas doses de fertilizantes, do que genótipos de estatura normal (Zanatta & Oerlecke, 1991). Outros autores, porém, têm discordado dessa afirmação, indicando que genótipos de estatura alta tendem a maior suscetibilidade, aumentando as perdas, especialmente quando o acamamento ocorre durante a antese (Weibel & Pendleton, 1961; Stanka et al., 1979; Wiersma et al., 1986).

As principais fontes de variação genética para o caráter estatura da planta são provocados pelos efeitos aditivos e de dominância (Allan et al., 1968; Dotto, 1976). A ação gênica de aditividade é o principal contribuinte para o progresso genético de qualquer caráter quantitativo, especialmente estatura da planta (Carvalho et al., 1981). Da mesma forma, entre os caracteres de importância agrícola, o caráter estatura da planta, nas culturas do trigo, aveia e cevada, revela elevada herdabilidade, e os efeitos aditivos na expressão genética são os mais importantes; sugerindo que a seleção para este caráter seria mais efetiva nas primeiras gerações segregantes de um cruzamento (Frey, 1954; Frey & Horner, 1957; Petr & Frey, 1966; Ketata et al., 1976; Camargo & Oliveira, 1981; Camargo & Oliveira, 1983; Camargo, 1984; Ehdaine & Waines, 1989; Amaral et al., 1996). O intervalo de herdabilidade no sentido restrito para o caráter

estatura de planta em milho foi de 0,57 a 0,81 (Agrama et al., 1999; Ferreira & Borém, 1999); sendo que Cardoso (2001) encontrou valores entre 0,51 e 0,78 para este caráter em milho doce. De maneira geral, a estimativa da herdabilidade permite ao melhorista escolher o tipo de método a ser utilizado na condução de populações e a intensidade de seleção a ser empregada em cada caráter, bem como estimar o ganho genético a ser obtido (Carvalho et al., 1981).

2.3. Progresso genético em milho doce

O principal objetivo do melhoramento de populações é o de incrementar a frequência de genes favoráveis, utilizando diversos métodos alternativos que estão disponíveis. A estimação do ganho genético é fundamental para avaliar a eficiência das técnicas empregadas no programa e o ajustamento das mesmas para o desenvolvimento de populações superiores (Fehr, 1987).

O ganho ou progresso genético é a alteração no desempenho médio de uma população em cada ciclo da seleção. Este inclui o estabelecimento de uma população segregante, desenvolvimento, avaliação, seleção e utilização dos genótipos selecionados como pais para formar uma nova geração. O progresso ou ganho genético por ciclo (G_c) é medido através da herdabilidade no sentido restrito (h^2) e do diferencial de seleção (D), expresso pela fórmula $G_c = (h^2 \cdot D)$. O ganho genético por ano é a razão entre o ganho genético por ciclo pelo número de anos (y) necessários para completar um ciclo de seleção, ou seja, $G_y = G_c/y$ (Fehr, 1987). O ganho genético pode ser definido como a diferença entre a média fenotípica de um caráter em uma população melhorada e a média fenotípica do mesmo caráter na população de origem, antes da seleção (Pinto, 1995).

Numa população-base, a estimativa do progresso genético constitui uma das mais importantes contribuições ao melhoramento (Bonomo et al., 2000). A variabilidade genética existente no material sob seleção, eficiência no controle experimental, estratégia de seleção e intensidade de seleção, adotado pelo melhorista, influenciam as estimativas do progresso genético (Cruz & Regazzi, 1997). A intensidade de seleção adotada pelo melhorista é um fator de grande importância na eficiência de um programa de melhoramento. Nas fórmulas deduzidas para o cálculo do progresso genético, observa-se que quanto maior a intensidade de seleção, maior o progresso genético (Bonomo et al., 2000).

O ganho genético permite correlacionar ganhos alcançados com os métodos de melhoramento utilizados em muitos caracteres. Em aveia-branca, foi encontrado ganho genético linear para o caráter ciclo vegetativo (Barbosa Neto et al., 2000). Cox et al., (1988) também detectaram ganho genético para este caráter na ordem de um dia ao ano em trigo. Utilizando o método da seleção massal estratificada, Gardner (1961), relatou um ganho genético de 4% por ciclo para o caráter rendimento de grãos e de 9,44% utilizando o método de seleção espiga-por-fileira modificado (Webel & Lonquist, 1967), sendo que o progresso genético médio esperado por ciclo em percentagem da média para este caráter foi de 8,80% (Miranda et al., 1977).

Pandey et al. (1986), estudando o progresso de seleção em oito populações de milho tropicais, encontraram um progresso genético significativo para a redução na estatura da planta de -1,06% por ciclo em razão da variabilidade genética existente. Da mesma forma, Landi & Frascaroli (1995), estudando respostas à seleção recorrente recíproca modificada em dois milhos sintéticos (A e B), por dois ciclos de seleção, usando como testador A632 para o sintético A e o W117 para o sintético B, observaram

ganhos genéticos significativos para estatura da planta no híbrido AB na ordem de 6 cm por ciclo e no sintético B de 4 cm, sendo que no sintético A foi de 2 cm sem contudo ser significativo. Já Ferrão et al. (1995), avaliando três ciclos de seleção massal estratificada na população de milho EEL₂ para os caracteres estatura de planta e altura de inserção da espiga, não encontraram ganho genético significativo para a redução destes caracteres.

Troyer & Brown (1976), obtiveram um ganho genético por ciclo de seleção de 6,60 cm na redução da estatura de planta e 4,60 cm na altura de inserção da espiga em milho. Da mesma forma, Troyer & Larkins (1985), observaram um ganho genético de 2,5 cm na redução da estatura da planta em 11 ciclos de seleção. Porém, outros autores encontraram valores de ganho genético estimado de estatura da planta e altura de inserção da espiga de 1,51 e 1,29%, respectivamente, por ciclo de seleção em milho; e, 6,2% na estatura de planta em milho doce (Ferreira & Borém, 1999; Cardoso, 2001). Os valores obtidos em dez ciclos de seleção para redução de estatura e altura de inserção da espiga foram de 2,1 e 2,2 cm por ciclo, respectivamente (Rubino & Davis, 1990).

Da mesma forma, para os caracteres ciclo vegetativo, diversos resultados têm sido indicados na literatura científica. Troyer & Brown (1976), observaram um ganho genético de 1,80 dias no florescimento por ciclo de seleção em milho. Cardoso (2001), encontrou um ganho genético estimado médio de 11,3% para florescimento masculino e 11,4% para florescimento feminino em três populações de milho doce. Segundo este mesmo autor, existe variabilidade genética dentro das populações que possibilita ganho genético para os caracteres florescimento masculino e feminino.

O ganho genético encontrado em diversas populações de milho selecionadas para precocidade têm variado de 0,6 a 2,0 dias por ciclo por dois a 11 ciclos de seleção (Troyer & Brown, 1976; Troyer, 1986). Após seis ciclos de seleção, houve um ganho genético por ciclo de seleção para as populações de milho A e B de $-0,15$ e $-0,36$, respectivamente, (Byrne et al., 1995).

Os componentes do progresso genético podem ser modificados para aumentar a eficiência na seleção. Para que isto seja possível, é necessário considerar a herdabilidade, ou seja, quando esta for alta, o progresso também é alto, porém se a mesma for baixa, é preciso avaliar melhor. Deste modo, a herdabilidade de um caráter pode ser estimada melhor através:

- da precisão de estimativas dos caracteres o que possibilita reduzir a variância ambiental;
- do controle dos pais, na avaliação de progênies, para recombinação dos pais superiores;
- da introdução de gerações de inverno, o que possibilita reduzir anos de seleção, aumentando o progresso genético;
- do aumento da variabilidade genética da população, podendo elevar a variância aditiva e reduzir a variância do erro, o que possibilita melhor avaliação dos caracteres (Pinto, 1995).

A seleção recorrente fenotípica consiste na seleção e recombinação de plantas dentro duma população com base na avaliação fenotípica. Este sistema tem sido muito utilizado por ser um método fácil, rápido e simples, e contribui para originar a grande variabilidade de tipos e raças existentes atualmente. Por outro lado, o método de seleção genotípica é definido como a avaliação do genótipo dos genitores com base no fenótipo

de seus descendentes (Allard, 1960). Assim, ganhos genéticos médios de até 8% por ciclo de seleção para vários caracteres agronômicos foram obtidos em diferentes populações de milho adaptadas às condições de ambiente do Brasil (Paterniani, 1967; Paterniani, 1969; Miranda et al., 1977).

O melhoramento de plantas via seleção recorrente tem como objetivo aumentar gradualmente a frequência dos alelos favoráveis por meio de ciclos sucessivos de seleção e recombinação dos genótipos superiores, mantendo a variabilidade genética na população. Deste modo, o florescimento feminino em milho teve magnitudes de ganho de seleção significativos de 67,8 dias no processo de meio-irmãos modificados e 69,4 dias no de irmãos-inteiros (Caviedes-Cepeda et al., 2000). Segundo estes mesmos autores, o caráter estatura da planta também teve estimativas dos efeitos aditivos e de dominância positivos e significativos, apresentando magnitude de ganho de seleção de 139,8 e 13,8 cm no processo de meio-irmãos modificados e 150,68 e 10,08 cm no de irmãos-inteiros.

A redução na estatura de planta é um atributo desejável em muitos programas de melhoramento de milho. Após 15 ciclos de seleção recorrente foi possível reduzir a estatura da planta de milho de 282 para 179 cm, um ganho genético de 2,4% por ciclo, estimando-se a herdabilidade no sentido restrito para este caráter de 0,84, obtendo ainda um aumento no rendimento de grãos de 4,4% por ciclo de seleção (Johnson et al., 1986) Da mesma forma, Granados et al. (1993), encontraram um ganho genético para estatura da planta de 5,6% após dois ciclos de seleção em milho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram empregadas três populações de polinização aberta de milho doce desenvolvidas pela EMBRAPA – CPMS, BR400, BR401 e BR402 (Reifschneider *et al.*, 1984), e uma população doce obtida através de autofecundação do híbrido triplo DO1880 (HT-1), produzido pela Empresa “Sementes Colorado” (Tabela 1).

Os cruzamentos e as avaliações das populações a campo foram realizados na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul-RS, e na Estação Experimental da Agroeste Sementes Ltda., em Cristalina-GO.

Na EEA/UFRGS o clima da região é classificado, segundo Köppen, como subtropical úmido, situado na transição entre os tipos cf_a_1 (isoterma anual inferior a 18°C) e cf_a_2 (isoterma anual superior a 18°C) (Bergamaschi & Guadagnin, 1990). A temperatura média anual é 19,6°C, sendo a máxima de 24,3°C e a mínima de 14,8°C (Ipagro, 1989). O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 1999).

3.1. Experimento 1

As populações BR400, BR401 e BR402 foram semeadas em 7 de dezembro de 2000 em parcelas de uma linha de 5 m, com espaçamento entre linhas de 0,7 m. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados com três repetições, utilizando 20 sementes por linha. Aos 25 dias após a emergência foi realizado um desbaste para 14 plantas, correspondendo a uma densidade de, aproximadamente, 42.000 plantas/ha. Foram avaliadas 54 famílias da população BR400, 30 da população BR401 e 27 da população BR402. Após a emissão das espigas, elas foram protegidas com sacos plásticos para evitar a contaminação dos estigmas com pólen estranho. Cada família foi mantida mediante a polinização de três plantas, escolhidas ao acaso, com uma mistura de pólen de todas as plantas da linha.

Tabela 1. Descrição das populações de milho doce semeadas na EEA/UFRGS no ano agrícola 2000/2001.

População	Descrição
BR400 (Super-Doce)	Famílias de meio-irmãos, população de polinização aberta, desenvolvida pela EMBRAPA, ciclo precoce, colmo médio, plantas de estatura baixa, grãos de coloração amarelo-ouro a laranja e sabor delicado.
BR401 (Doce-de-Ouro)	Famílias de meio-irmãos, população de polinização aberta, desenvolvida pela EMBRAPA, ciclo precoce, colmo fino, plantas de estatura baixa, grãos de coloração amarelo-ouro a laranja.
BR402 (Doce-Cristal)	Famílias de meio-irmãos, população de polinização aberta, desenvolvida pela EMBRAPA, ciclo tardio, colmo grosso, plantas de estatura alta, inserção da espiga alta, grãos de coloração amarelo-pálido. Possui propriedades organolépticas inferiores às populações BR400 e BR401. (Famílias de meio-irmãos).
HT-1	Famílias de autofecundação, geração F ₂ de um híbrido comercial da Empresa “Sementes Colorado”, ciclo tardio, colmo médio-grosso, estatura média-alta de planta, inserção da espiga média, grãos de coloração amarelo-alaranjado.

A população HT-1 foi semeada em 15 de novembro de 2000 em um bloco isolado com linhas de 5 m de comprimento e espaçamento de 0,7 m entre linhas, sendo constituída por, aproximadamente, 500 plantas. As espigas foram protegidas como nas

populações descritas anteriormente; entretanto, as famílias a serem recombinadas foram provenientes da autofecundação de plantas individuais.

A adubação foi realizada de acordo com a análise do solo, utilizando 300 kg por hectare do adubo NPK 5-20-20, mais 90 kg de N mediante em duas aplicações de uréia, em cobertura, nos estádios de desenvolvimento V3-4 (planta com três a quatro folhas desenvolvidas) e V6-7 (plantas com seis a sete folhas desenvolvidas) (Ritchie et al., 1992). O controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas e aplicação de herbicidas. A irrigação foi realizada sempre que necessária. A colheita foi manual e cada espiga, após ser identificada, foi debulhada e mantida individualmente.

A seleção foi realizada em base aos caracteres florescimento masculino e estatura de planta. O florescimento foi considerado como o momento em que 50% das plantas dentro de uma família apresentavam as inflorescências masculinas (pendões) em antese e expresso em Graus Dias, ou seja, o acúmulo térmico considerando a temperatura média diária menos 10°C. O caráter estatura de planta foi medido em centímetros 15 dias após o final da antese.

A partir dos valores observados foram estabelecidas classes fenotípicas dentro de cada população definidas pela média e o desvio padrão dos dois caracteres. As classes estabelecidas foram:

- estatura baixa e ciclo precoce = BP,
- estatura média e ciclo precoce = MP,
- estatura alta e ciclo precoce = AP,
- estatura baixa e ciclo médio = BM,
- estatura média e ciclo médio = MM,
- estatura alta e ciclo médio = AM,

- estatura baixa e ciclo tardio = BT,
- estatura média e ciclo tardio = MT,
- estatura alta e ciclo tardio = AT.

3.2. Experimento 2

Em 10 de julho de 2001, as famílias selecionadas dentro de cada classe das quatro populações de milho doce foram semeadas na Estação Experimental da Agroeste para a realização da recombinação. Cada família foi semeada em uma linha de 3 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,7 m. As famílias foram recombinadas utilizando uma mistura de pólen de todas as plantas dentro de cada classe. A colheita foi realizada manualmente e cada espiga foi identificada, debulhada e mantida individualmente, constituindo uma família de meio-irmãos.

3.3. Experimento 3

No ano agrícola de 2001/2002, os ciclos de seleção das classes de famílias de meio-irmãos, desenvolvidos em Cristalina-GO em 20 de outubro de 2001, foram avaliados em um experimento em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos dentro de cada população foram compostos pelos ciclos de seleção e as classes de ciclo vegetativo masculino e estatura de planta.

O ciclo zero (C0) foi reconstituído a partir de uma amostra de cada família avaliada em 2000/2001, o ciclo zero selecionado (C0S) foi obtido através de uma amostra das famílias selecionadas em 2000/2001, respeitando as classes de ciclo vegetativo e estatura definidas anteriormente. O ciclo um (C1) foi representado por famílias de meio-irmãos obtidas em outubro de 2001 em Cristalina-GO, de acordo com

as classes anteriormente descritas. O comprimento da linha, o espaçamento entre linhas e o manejo da cultura foram realizados como no ano anterior. O número de linhas variou conforme o tratamento, sendo que no C0 foram empregadas duas linhas, na C0S uma única linha e no C1 um número variado de linhas, conforme a quantidade de famílias de meio irmãos disponíveis.

Os caracteres avaliados no experimento foram: estatura de planta (cm), altura da inserção da espiga (cm), florescimento masculino (Graus Dias), florescimento feminino (Graus Dias) e o intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (florescimento feminino menos o florescimento masculino).

3.4. Análise estatística

Os dados coletados no ciclo agrícola 2000/2001, foram submetidos a análise de variância, através do aplicativo SAS, utilizando o modelo de efeitos aleatórios, o que permitiu a estimativa de variâncias e ganhos genéticos para as populações.

A herdabilidade restrita foi estimada como $h^2 = \frac{\sigma_{Gw}^2}{\sqrt{\sigma_{Gw}^2 + (\sigma_E^2 / r)}}$ onde $h^2 =$

herdabilidade; $\sigma_{Gw}^2 =$ variância genotípica entre famílias; $\sigma_E^2 =$ variância do erro experimental; $r =$ número de repetições (Nguyen & Sleper, 1983). Esta fórmula foi utilizada porque a variância genotípica foi considerada como igual a variância aditiva, porque a variância aditiva não está disponível (Paterniani & Miranda Filho, 1988).

O ganho genético foi estimado como $GS = \frac{ka\sigma_{Gw}^2}{Y\sqrt{\sigma_{Gw}^2 + (\sigma_E^2 / r)}}$, onde $GS =$

ganho genético estimado; $k =$ intensidade de seleção; $a =$ controle parental; $\sigma_{Gw}^2 =$

variância genotípica entre famílias; σ^2_E = variância do erro experimental; r = número de repetições (Nguyen & Sleper, 1983).

Os dados coletados no ciclo agrícola 2001/2002 foram submetidos a análise de variância, através do aplicativo SAS, utilizando o modelo de efeitos aleatórios, o que permitiu estimar a herdabilidade e o ganho genético realizado pelo emprego da relação

$$h_R^2 = \frac{\overline{C1} - \overline{C0}}{\overline{C0S} - \overline{C0}}, \text{ onde } h_R^2 = \text{herdabilidade realizada, } \overline{C1} = \text{média da amostra do ciclo 1,}$$

$\overline{C0} = \text{média da amostra do ciclo 0, } \overline{C0S} = \text{média da amostra das famílias selecionadas no ciclo 0; e o ganho genético realizado como } GR = \overline{C1} - \overline{C0}, \text{ onde GR = ganho genético realizado, } \overline{C1} = \text{média da amostra do ciclo 1 e } \overline{C0} = \text{média da amostra do ciclo 0 (Fehr, 1987). A comparação das diferentes classes com a população original (C0) foi realizada através de teste de t.}$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância permitiram detectar diferenças significativas entre os caracteres estudados e as populações de milho doce avaliadas no ciclo agrícola de 2000/2001 (Tabela 2).

O caráter estatura de planta na população BR400, a altura de inserção da espiga nas populações BR401 e BR402, o florescimento masculino e o florescimento feminino na BR402 e o intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas nas populações BR400 e BR401 não apresentaram diferenças significativas (Tabela 2). Este fato pode ser explicado pela época tardia de semeadura empregada, a qual determinou uma redução no desenvolvimento das plantas, fazendo com que diferenças agrônômicas não fossem manifestadas.

Tabela 2: Resumo da análise da variância para os caracteres avaliados em três populações de milho doce. Porto Alegre – RS, 2000/2001.

População	GL	Quadrado Médio				
		Estatura de planta cm	Inserção da espiga cm	Florescimento masculino Graus Dias	Florescimento feminino Graus Dias	Intervalo pólen/estigma Graus Dias
BR400	53	197,61	119,88 **	442,42 **	484,55 **	127,87
CV (%)		6,04	9,04	1,20	1,54	43,53
BR401	29	637,87 **	199,86	987,59 **	936,54 **	74,86
CV (%)		5,93	17,88	1,95	2,52	42,32
BR402	26	833,07 **	259,43	114,25	186,32	108,20 **
CV (%)		6,32	8,93	1,58	1,79	24,58

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

A precisão do experimento, estimada pelo coeficiente de variação, foi satisfatória para todos os caracteres, com exceção do intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (Tabela 2). Cardoso (2001) também detectou baixos coeficientes de variação em um experimento conduzido em condições similares, o que sugere a adequação dos dados obtidos. O fato de haver uma diferença térmica entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas, constituído a partir de dados variáveis como o florescimento masculino e florescimento feminino, provavelmente elevou o erro experimental e, por conseguinte, o coeficiente de variação.

O comportamento médio das populações de milho doce revelou que BR400 e BR401 têm o florescimento masculino e a estatura de planta similares aos de híbridos precoces de milho comum cultivados no sul do Brasil (Pereira, 2001), ou seja, florescimento masculino precoce, estatura baixa e uma altura de inserção da espiga também baixa (Reifschneider et al., 1984; Parentoni et al., 1990). Por outro lado, as populações BR402 e HT-1 demonstraram um comportamento próximo ao dos híbridos de ciclo normal (Pereira, 2001), ou seja, estatura de planta e altura de inserção da espiga mais elevadas e florescimento masculino tardio (Tabela 3) (Reifschneider et al., 1984; Parentoni et al., 1990).

Na comparação com os resultados obtidos por Cardoso (2001) no mesmo ambiente, a população BR400 apresentou estatura média mais elevada e um florescimento masculino com o acúmulo médio térmico de 12 dias mais longo. Da mesma forma, as populações BR401 e BR402 alongaram o ciclo vegetativo em relação aos observados por este autor. Estas diferenças, porém, podem ser atribuídas à época de semeadura, a qual foi 22 dias mais tardia para o presente trabalho, uma vez que Viégas & Peeten (1987) afirmaram que o número de dias da emergência até o pendoamento nos

milhos precoces reduzia de 66 dias para 44 dias e nos tardios de 86 dias para 57 dias devido a soma das unidades de calor, indicando, ainda, que o retardamento da semeadura de milho no sul do Brasil poderia determinar um incremento na estatura de planta. Os resultados para estatura de planta na BR400 foram similares aos relatados por Parentoni et al., (1990) na região central e sudeste do Brasil. Comparado a outros genótipos de milho-doce, como BR420 e BR421 cultivados na região central do Brasil (Reifschneider et al., 1984; Parentoni et al., 1990), e Elisa e Sofia, cultivados na região sul do Brasil (Pioneer, 1997), as populações BR400 e BR401 revelaram baixa estatura.

Tabela 3: Média e desvio padrão (DP) dos caracteres avaliados em quatro populações de milho doce. Porto Alegre – RS, 2000/2001.

População	Estatura da planta		Inserção da Espiga		Florescimento masculino		Florescimento feminino		Intervalo pólen/estigma	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
BR400	196,59	11,87	100,20	9,06	884,84	10,67	906,67	14,01	21,83	9,50
BR401	192,39	11,42	95,95	17,15	886,54	17,28	913,22	22,99	26,67	11,29
BR402	246,28	15,57	161,61	14,43	891,66	14,11	923,78	16,53	32,12	7,89
HT-1	212,82	16,86	112,02	13,25	985,96	59,85	1028,29	48,85	42,33	13,03

Com base na média e no desvio padrão dos caracteres estatura de planta e florescimento masculino de cada população individual avaliados em 2000/2001, foram estabelecidas nove classes fenotípicas (Tabela 4). A classificação das famílias dentro de cada população seguiu uma distribuição normal, sendo a classe estatura média e ciclo médio (MM) representada por um maior número de indivíduos. A maior parte das famílias esteve concentrada na classe média para o ciclo vegetativo masculino pois seguem uma distribuição normal. A população HT-1 teve o maior número de classes, uma vez que plantas individuais foram avaliadas. Esta população é interessante pois há vários tipos de classes fenotípicas para diferentes épocas de semeadura. Esta população foi a única a apresentar as classes extremas estatura alta e ciclo precoce (florescimento

masculino) (AP) e estatura baixa e ciclo tardio (BT). Nas populações BR401 e BR402, o ciclo não discriminou eficientemente as famílias, sendo que o agrupamento nas diferentes classes foi realizado apenas com base na estatura média das plantas. Por outro lado, na população BR400 não foram detectadas famílias com ciclo tardio. Na cultura da aveia, Amaral (1996) e Mittelman et al. (2001) obtiveram resposta à seleção empregando método semelhante de avaliação e seleção de famílias, demonstrando a viabilidade de seu emprego em trabalhos de melhoramento genético.

Tabela 4: Número de famílias distribuídas em nove classes fenotípicas em quatro populações de milho-doce para os caracteres estatura de planta e florescimento masculino. Porto Alegre – RS, 2000/2001.

Classe ¹	BR400	BR401	BR402	HT-1
BP	4	-	-	3
MP	6	-	-	13
AP	2	-	-	2
BM	2	-	2	-
MM	22	13	10	13
AM	5	3	2	7
BT	-	-	-	3
MT	-	2	-	3
AT	-	-	-	-

¹Estatura baixa e ciclo precoce (BP), estatura média e ciclo precoce (MP), estatura alta e ciclo precoce (AP), estatura baixa e ciclo médio (BM), estatura média e ciclo médio (MM), estatura alta e ciclo médio (AM), estatura baixa e ciclo tardio (BT), estatura média e ciclo tardio (MT), estatura alta e ciclo tardio (AT).

A variância aditiva é o componente mais importante da variância genética total no processo de seleção de meio-irmãos (Hallauer & Miranda Filho, 1988). Os valores estimados para a variância aditiva foram superiores na população BR401, com exceção do caráter estatura de planta (Tabela 5). De maneira geral, esses valores foram reduzidos quando comparados com a magnitude do erro padrão da média (SE), o qual refletiu nas estimativas de herdabilidade. Para a população HT-1 não foi estimada a variância aditiva; no entanto, Amorim (2002), em um experimento conduzido no

mesmo ambiente, detectou variabilidade genética nesta população para os caracteres estatura de planta, altura de inserção da espiga e florescimento masculino.

Tabela 5: Variância aditiva (σ^2_A), herdabilidade (h^2) e ganho genético estimado (Ge)¹ para os caracteres avaliados em três populações de ciclo 0 de milho doce. Porto Alegre – RS, 2000/2001.

Caráter	População	$\sigma^2_A \pm SE$	h^2	Ge^2	Ge^3 (%)
Estatura de planta	BR400	75,55 \pm 1,15	0,29	4,07	2,07
	BR401	676,68 \pm 1,13	0,80	20,30	10,55
	BR402	787,44 \pm 1,32	0,71	20,67	8,39
Inserção da Espiga	BR400	50,37 \pm 1,00	0,32	3,49	3,48
	BR401	125,91 \pm 1,38	0,24	4,84	5,04
	BR402	68,20 \pm 1,27	0,20	3,21	1,99
Florescimento masculino	BR400	438,09 \pm 1,09	0,74	15,78	1,78
	BR401	918,91 \pm 1,39	0,70	22,16	2,50
	BR402	113,40 \pm 1,25	0,30	5,10	0,57
Florescimento feminino	BR400	384,53 \pm 1,25	0,60	13,24	1,46
	BR401	544,00 \pm 1,60	0,44	13,47	1,48
	BR402	115,69 \pm 1,36	0,24	4,62	0,50
Intervalo pólen/estigma	BR400	50,12 \pm 1,03	0,29	3,36	15,39
	BR401	70,07 \pm 1,12	0,28	3,96	14,84
	BR402	61,17 \pm 0,94	0,42	4,46	13,87

¹ Os ganhos foram estimados considerando uma intensidade de seleção de 10%, $k=1,75$.

² Ganhos estimados na unidade de medida do caráter.

³ Ganhos estimados em porcentagem sobre a média do caráter.

A herdabilidade estimada variou em função da população e do caráter avaliado, sendo que as populações BR401 e BR402 apresentaram maior herdabilidade para o caráter estatura de planta e as populações BR400 e BR401 para o caráter florescimento masculino (Tabela 5). A herdabilidade para o caráter estatura de planta na população BR400 foi menor porque esta população possui uma estatura baixa e, portanto, mais uniforme. Ou seja, dificilmente poderá se obter uma redução em sua estatura. No entanto, para as populações BR401 e BR402, a herdabilidade para o caráter estatura de planta foi alto. O caráter florescimento masculino nas populações BR400 e BR401 teve herdabilidade alta e, por conseguinte, há possibilidade de modificação

desse caráter através da seleção. Ou seja, é possível obter genótipos com diferentes ciclos. A população BR401 foi a única população que apresentou alta herdabilidade para os dois caracteres, estatura de planta e florescimento masculino. Quanto ao florescimento feminino, as populações BR400 e BR401 apresentaram uma herdabilidade média, permitindo prever ganho através da seleção.

Os caracteres altura de inserção da espiga e intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas apresentaram baixa herdabilidade em todas as populações avaliadas, o que sugere a influência significativa do ambiente nos genótipos avaliados (Tabela 5). Em contraste, Cardoso (2001) encontrou valores de herdabilidade altos para os caracteres estatura de planta e florescimento masculino nas populações BR400 e BR401. Segundo esse autor, essas populações poderiam ser utilizadas para o melhoramento dos caracteres florescimento masculino e feminino, estatura de planta e altura de inserção da espiga. Outros autores encontraram alta herdabilidade para o caráter estatura de planta em populações de milho comum (Ferreira & Borém, 1999; Agrama et al., 1999).

As populações apresentaram maior ou menor ganho genético estimado dependendo do caráter avaliado (Tabela 5). A população BR400 teve baixo ganho genético para o caráter estatura de planta. O florescimento masculino e o florescimento feminino tiveram alto ganho genético estimado, sugerindo a possibilidade do ajuste deste caráter através da seleção. Na população BR401 um ganho genético elevado foi estimado para os caracteres estatura de planta e florescimento masculino. A população BR402 teve um alto ganho genético para o caráter estatura de planta, porém baixo ganho para o florescimento masculino e florescimento feminino. Os caracteres altura de inserção da espiga e intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas

apresentaram baixo ganho genético em todas as populações. Cardoso (2001) encontrou resultados semelhantes nas mesmas populações para os caracteres florescimento masculino, florescimento feminino e altura de inserção da espiga. Outros autores encontraram valores de ganho genético entre 0,6 e 2,0 % por dois a 11 ciclos de seleção para o caráter precocidade em milho comum (Troyer & Brown, 1976; Troyer, 1986).

As populações BR400, BR401, BR402 e HT-1 foram recombinadas em setembro de 2001, em Cristalina-GO, completando um ciclo de seleção. No ciclo agrícola 2001/2002, as diferentes classes fenotípicas de famílias, dentro de cada população, foram comparadas e os resultados da análise de variância identificaram diferenças significativas, sugerindo a obtenção de ganho genético (Tabela 6). Novamente, a precisão do experimento foi alta, com exceção do caráter intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (Tabela 6).

Tabela 6: Análise da variância dos caracteres avaliados em diferentes ciclos de seleção em quatro populações de milho doce. Porto Alegre – RS, 2001/2002.

Causas da variação	GL	Quadrado médio					
		Estatura de planta cm	Inserção da espiga cm	Florescimento masculino Graus Dias	Florescimento feminino Graus Dias	Intervalo pólen/estigma Graus Dias	
BR400	12	226,85 **	105,71 **	1083,71	998,24	90,66	
CV (%)		5,23	9,28	3,28	2,69	51,91	
BR401	6	45,41	68,74	659,89	1163,52 **	195,16	
CV (%)		5,20	7,82	2,63	2,17	62,11	
BR402	6	703,19 **	592,03 **	474,56 **	629,99 **	221,78 **	
CV (%)		6,47	7,60	1,39	1,42	14,81	
HT-1	14	226,75 **	128,05	260,71	463,02 **	339,17 **	
CV (%)		4,50	9,30	1,23	1,21	31,50	

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

O comportamento da população BR400 na classe C0 no ciclo agrícola 2001/2002 foi diferente ao ano anterior, apresentando uma estatura média de planta menor, o que significa que houve interferência do ambiente, neste ciclo de seleção, a qual não foi medida neste experimento (Tabela 7). Outra causa provável da estatura

Tabela 7: Média, herdabilidade realizada (h_R) e ganho genético realizado (G_R) dos caracteres estatura de planta (cm), altura de inserção da espiga (cm), florescimento masculino (Graus Dias), florescimento feminino (Graus Dias), e intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (Graus Dias) para cada classe selecionada da população BR400. Porto Alegre – RS, 2001/2002.

Classe ¹	Estatura de planta			Inserção da espiga			Florescimento masculino			Florescimento feminino			Intervalo pólen/estigmas		
	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R
C0	143,66			66,22			888,84			899,77			10,93		
C0S _{BP} ²	139,20			66,72			899,92			927,10*			27,18**		
C0S _{MP} ²	152,33*			70,72			913,51			932,31*			18,80		
C0S _{AP} ²	154,04*			65,41			847,71**			866,87*			19,16		
C0S _{BM} ²	153,20*			72,59			896,11			912,29			16,18		
C0S _{MM} ²	151,44			65,75			885,20			909,86			24,66*		
C0S _{AM} ²	165,31**			77,94**			873,65			903,64			29,99**		
C1 _{BP}	145,09	-0,32	1,43	64,69	-3,06	-1,53	899,10	0,93	10,26	918,85	0,70	19,08	19,76	0,54	8,83
C1 _{MP}	163,84**	2,33	20,18	76,78**	2,35	10,56	866,85	-0,89	-21,99	892,94	-0,21	-6,83	26,09*	1,93	15,16
C1 _{AP}	154,59*	1,05	10,93	68,50	-2,81	2,28	877,50	0,28	-11,34	902,37	-0,08	2,60	24,87*	1,69	13,94
C1 _{BM}	153,31*	1,01	9,65	74,28*	1,27	8,06	913,62	3,41	24,78	934,17**	2,75	34,40	20,55	1,83	9,62
C1 _{MM}	150,34	0,86	6,68	70,25	-8,57	4,03	897,83	-2,47	8,99	918,95	1,90	19,18	21,12	0,74	10,19
C1 _{AM}	166,00**	1,03	22,34	80,75**	1,24	14,53	888,17	0,04	-0,67	912,38	3,26	12,61	24,22*	0,70	13,29

* Diferença das classes em relação a C0 a 5% de probabilidade pelo t-teste.

** Diferença das classes em relação a C0 a 1% de probabilidade pelo t-teste

¹ C0 = Amostra das famílias originais na população BR400, C0S = Amostra das famílias selecionadas na população BR400, C1 = Amostra das famílias da população BR400 após a recombinação das famílias selecionadas. ² BP = estatura baixa e ciclo vegetativo precoce; MP = estatura média e ciclo vegetativo precoce; AP = estatura alta e ciclo vegetativo precoce, BM = estatura baixa e ciclo vegetativo médio; MM = estatura média e ciclo vegetativo médio; AM = estatura alta e ciclo vegetativo médio.

baixa observada comparada ao ano anterior pode ser explicado pela competição de plantas daninhas. Para o caráter estatura de planta, a população BR400 apresentou pouca variação entre as classes fenotípicas C0 e C1.

As classes COS_{MP} , COS_{AP} , COS_{BM} e COS_{AM} foram diferentes significativamente da população original (C0) para a média de estatura de planta nesta população. Após um ciclo de seleção e recombinação as classes $C1_{MP}$, $C1_{AP}$, $C1_{BM}$ e $C1_{AM}$ apresentaram valores significativos, diferenciando da média da estatura de planta da classe C0 (Tabela 7). Comparado à classe C0, não era esperado que as classes fenotípicas $C1_{MP}$ e $C1_{BM}$ fossem diferentes significativamente, uma vez que nessas classes não foi exercida pressão de seleção para o caráter. As classes $C1_{MP}$, $C1_{AP}$, $C1_{BM}$ e $C1_{AM}$ apresentaram valores superiores de herdabilidade realizada em comparação aos valores estimados, indicando subestimação da variância aditiva em 2000/2001 devido à ação do ambiente ou à imprecisão experimental (Tabela 7).

O caráter altura de inserção da espiga na população BR400 teve um comportamento semelhante à estatura de planta, pois a classe C0 foi inferior a média do caráter altura de inserção da espiga medida no ano anterior, apresentando pouca variação entre as classes C0 e C1 (Tabela 7). Apenas a classe COS_{AM} , selecionada no ciclo agrícola 2000/2001, foi diferente significativamente da classe C0 para este caráter. Todavia, as classes $C1_{MP}$, o $C1_{BM}$ e o $C1_{AM}$ foram significativamente superiores à classe C0 para o caráter (Tabela 7). Segundo Freire & Paterniani (1986), após um ciclo de seleção em famílias de meio-irmãos de milho, a altura de inserção da espiga foi equivalente as amostras de meio-irmãos selecionadas. Após um ciclo de seleção em milho, Vera & Crane (1970), observaram uma redução de 4,5 cm na altura de inserção da espiga.

O comportamento dos caracteres florescimento masculino e feminino para a população BR400 na classe C0 medidos no ciclo agrícola de 2001/2002 foi semelhante ao resultado encontrado no ano anterior (Tabela 7). A variação entre estes dois caracteres foi um pouco maior ao observado entre os caracteres estatura de planta e altura de inserção da espiga. De maneira geral, as classes, tanto da geração C0S e C1, não foram distintas da população original (C0), particularmente, para os caracteres estatura de planta e altura de inserção da espiga. As classes C0S_{BP} e C1_{BP}, tiveram valores médios de florescimento masculino similares, após um ciclo de seleção. Este fato está em discordância com os valores de herdabilidade e ganho genético estimados no ano anterior, os quais previam progresso genético através da seleção. Provavelmente a interação genótipoXambiente causou um confundimento na seleção para esses caracteres, pois os fatores ambientais que mais influenciaram foram a temperatura média diária que está relacionada a um único local e a competição com plantas daninhas. Além disso, é necessário maior número de anos de seleção e locais de execução.

O caráter intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas na classe C0 para a população BR400 foi menor do que o observado no ano anterior (Tabela 7). Apesar disso, as classes fenotípicas C0S_{BP}, C0S_{MM} e C0S_{AM} foram superiores significativamente à média deste caráter para a classe C0 (Tabela 7). Os valores de herdabilidade para este caráter nas classes C1_{MP}, C1_{AP} e C1_{BM} avaliadas foram elevados. Houve um ganho genético realizado elevado para todas as classes do ciclo 1, contradizendo as estimativas do ano anterior; entretanto a alteração observada foi no sentido de aumentar o intervalo, fato que é altamente indesejável em programas de melhoramento de milho, devido a procura de genótipos que possuem uma maior

sincronização entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas. Outro fato observado foi a grande variação existente entre as classes C0 e C1 neste caráter.

A classe C0 na população BR401 no ciclo agrícola 2001/2002 também apresentou uma estatura média de planta mais reduzida em comparação ao ano anterior (Tabela 8). Houve pouca variação para o caráter entre as classes C0S e C1, com exceção da classe C0S_{AM}. A seleção para estatura de planta não foi eficiente na classe C1_{AM}, sendo que somente a classe fenotípica C0S_{AM} foi inferior à população original (C0) para este caráter. Após um ciclo de seleção em milho, foi possível reduzir a estatura de planta (Ferrão et al., 1995). Nas demais classes avaliadas na população BR401 não eram esperados ganhos genéticos, uma vez que elas continham os indivíduos classificados na média da população C0. Para a altura de inserção de espiga, o comportamento foi novamente similar ao da estatura, sendo que apenas a classe C1_{MM}, onde não foi exercida pressão de seleção para estatura de planta, ocorreu um pequeno ganho genético para inserção mais baixa (Tabela 8). De acordo com Ferreira & Borém (1999), obteve-se um ganho de 1,51 % na estatura de planta e 1,29 % na altura de inserção da espiga, após um ciclo de seleção em milho.

O comportamento dos caracteres florescimento masculino e feminino para a população BR401 na classe C0, medidos no ciclo agrícola 2001/2002, foi semelhante ao resultado encontrado no ano anterior (Tabela 8). De maneira geral, nas classes fenotípicas COS houve a tendência de aumento do período para a emissão do pendão e dos estigmas. Na geração C1 este fato foi observado para o florescimento feminino,

Tabela 8: Média, herdabilidade realizada (h_R) e ganho genético realizado (G_R) dos caracteres estatura de planta (cm), altura de inserção da espiga (cm), florescimento masculino (Graus Dias), florescimento feminino (Graus Dias) e intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (Graus Dias) para cada classe selecionada da população BR401. Porto Alegre – RS, 2001/2002.

Classe ¹	Estatura de planta			Inserção da espiga			Florescimento masculino			Florescimento feminino			Intervalo pólen/estigmas		
	Média	h_R	G_R	Média	H_R	G_R	Média	h_R	G_R	Média	H_R	G_R	Média	h_R	G_R
C0	146,63			65,66			896,81			905,32			8,51		
C0S _{MM} ²	143,81			64,31			929,44*			957,28**			27,84*		
C0S _{AM} ²	134,85**			55,90**			881,02			908,65			27,63*		
C0S _{MT} ²	148,98			67,02			917,29			946,66**			29,37**		
C1 _{MM}	145,53	0,39	-1,10	59,50*	4,56	-6,16	905,07	0,25	8,26	928,43*	0,44	23,11	23,36	0,77	14,43
C1 _{AM}	145,06	0,13	-1,57	68,19	-0,26	2,53	906,53	-0,62	9,72	935,26*	8,99	29,94	28,72*	1,06	20,21
C1 _{MT}	147,47	0,36	0,84	69,53	2,85	3,87	908,53	0,57	11,72	930,77*	0,62	25,45	22,24	0,66	13,73

* Diferença das classes em relação a C0 a 5% de probabilidade pelo t-teste.

** Diferença das classes em relação a C0 a 1% de probabilidade pelo t-teste.

¹ C0 = Amostra das famílias originais na população BR401, C0S = Amostra das famílias selecionadas na população BR401, C1 = Amostra das famílias da população BR401 após a recombinação das famílias selecionadas

² MM = estatura média e ciclo vegetativo médio; AM = estatura alta e ciclo vegetativo médio, MT = estatura média e ciclo vegetativo tardio.

uma vez que a seleção para o florescimento masculino não foi efetiva. Apenas a classe C1_{MT} respondeu da maneira desejada, apresentando um aumento significativo do ciclo (Tabela 8). Este fato discorda dos valores de herdabilidade e ganho genético estimados no ciclo agrícola 2000/2001, que previam progresso genético através da seleção, indicando um confundimento na seleção causado pela interação genótipoXambiente.

A população BR402 respondeu à seleção para estatura de planta realizada no ano anterior, sugerindo ser possível a redução deste caráter para ajustar a população ao ambiente do sul do Brasil. Ou seja, a população demonstrou uma grande variação existente no caráter estatura de planta após um ciclo de seleção entre as classes C0S e C1, com exceção da classe C0S_{MM}. O comportamento da classe C0 nesta população também foi de estatura mais reduzida na comparação com o ciclo agrícola 2000/2001 (Tabela 9). As classes C0S_{BM} e C0S_{AM} foram diferentes significativamente da classe C0 para a média da estatura de planta na população BR402 indicando que a seleção realizada discriminou as progênes de menor e maior estatura. Após um ciclo de seleção e recombinação, as classes fenotípicas C1_{BM} e C1_{AM} também apresentaram valores diferentes significativamente da classe C0, respondendo na direção da seleção realizada (Tabela 9). Os valores de herdabilidade realizada e ganho genético obtido para este caráter foram semelhantes aos valores estimados (Tabela 9). Para a altura de inserção da espiga o comportamento foi semelhante ao da estatura de planta, sendo que a classe C1_{BM} não apresentou ganho genético (Tabela 9).

O ciclo da população BR402 foi maior em 2001/2002 na comparação com o ano anterior (Tabela 9). Este fato deve ser resultante da semeadura mais cedo em 2001/2002, o que determinou um maior período vegetativo. De maneira geral, as classes C0S e C1 foram distintas significativamente da classe C0 para ambos os caracteres

Tabela 9: Média, herdabilidade realizada (h_R) e ganho genético realizado (G_R) dos caracteres estatura de planta (cm), altura de inserção da espiga (cm), florescimento masculino (Graus Dias), florescimento feminino (Graus Dias) e intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (Graus Dias) para cada classe selecionada da população BR402. Porto Alegre – RS, 2001/2002.

Classe ¹	Estatura de planta			Inserção da espiga			Florescimento masculino			Florescimento feminino			Intervalo pólen/estigmas		
	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R
C0	203,50			129,09			969,82			1013,72			43,90		
C0S _{BM} ²	185,31*			113,13**			947,09**			990,79**			43,70		
C0S _{MM} ²	200,04			126,79			946,32**			991,00**			44,68		
C0S _{AM} ²	218,50*			145,38**			963,08			1014,74			51,66*		
C1 _{BM}	189,00*	0,80	-14,50	119,19	0,62	-9,90	937,46**	1,42	-32,36	991,00**	0,99	-22,72	53,54*	-48,20	9,64
C1 _{MM}	210,16	-1,92	6,66	131,88	-1,21	2,76	950,00**	0,84	-19,82	990,93**	1,00	-22,79	40,94	-3,79	-2,96
C1 _{AM}	218,75*	1,02	15,25	145,34**	1,00	16,25	952,77*	2,53	-17,05	1014,74	1,00	1,02	61,97**	2,33	18,07

* Diferença das classes em relação a C0 a 5% de probabilidade pelo t-teste.

** Diferença das classes em relação a C0 a 1% de probabilidade pelo t-teste.

¹ C0 = Amostra das famílias originais na população BR402, C0S = Amostra das famílias selecionadas na população BR402, C1 = Amostra das famílias da população BR402 após a recombinação das famílias selecionadas

² BM = estatura baixa e ciclo vegetativo médio; MM = estatura média e ciclo vegetativo médio; AM = estatura alta e ciclo vegetativo médio

florescimento masculino e feminino (Tabela 9). De maneira geral, houve uma redução de dois a três dias no ciclo da população BR402. Este fato discorda dos valores de herdabilidade e ganho genético estimados no ano anterior, uma vez que a população demonstrou pequena variabilidade genética para os caracteres relacionados com o ciclo. Por outro lado, foi também observado que o intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas ficou de um a dois dias maior após um ciclo de seleção para redução do ciclo (Tabela 9).

A estatura média da classe C0 na população HT-1 no ciclo agrícola 2001/2002 foi inferior ao ano anterior, indicando a presença da interação genótipoXambiente, a qual não foi possível medir devido a seleção ter ocorrida em um único local (Tabela 10). As classes fenotípicas C0S_{BP}, C0S_{MP}, C0S_{BT} e C0S_{MT} foram diferentes significativamente da classe C0 para a média de estatura de planta. Após um ciclo de seleção e recombinação, as classes C1_{AP} e C1_{BT} apresentaram valores menores do que a classe C0 (Tabela 10). Houve uma grande variação entre as classes C0S e C1 para o caráter estatura de planta. O caráter altura de inserção da espiga respondeu à seleção apenas para a classe C1_{BT}, sendo as demais muito próximas à geração C0 (Tabela 10). Segundo Troyer & Brown (1976), após um ciclo de seleção em milho tardio, foi possível reduzir 6,1 cm a estatura de planta e 4,1 cm a altura de inserção da espiga. Da mesma forma, Troyer & Larkins (1985), obtiveram uma redução de 23 mm na estatura de planta após um ciclo de seleção em milho.

A seleção para precocidade na população HT-1 foi eficiente em duas classes avaliadas, sugerindo a possibilidade de redução do período para o florescimento masculino e feminino nesta população (Tabela 10). Segundo Troyer & Brown (1976), após um ciclo de seleção em milho tardio, foi possível reduzir em 1,7 dias o

florescimento masculino. A magnitude do ganho genético observado nestas classes foi ao redor de dois dias. O comportamento para o caráter intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas não foi diferente em relação à classe C0 (Tabela 10); no entanto, na classe C1_{MP} houve uma redução de um dia neste caráter.

As populações BR400 e BR401 por serem genótipos mais precoces não se comportaram como esperado, não demonstrando ganho genético no florescimento masculino, devido a competição com plantas daninhas e a interação genótipoXambiente. Por outro lado, as populações HT-1, especialmente a BR402, obtiveram ganho genético favorável para a estatura de planta, principalmente, e florescimento masculino. Estes resultados indicam a possibilidade de ajuste dessas populações às condições de ambiente do sul do Brasil.

Tabela 10: Média, herdabilidade realizada (h_R) e ganho genético realizado (G_R) dos caracteres estatura de planta (cm), altura de inserção da espiga (cm), florescimento masculino (Graus Dias), florescimento feminino (Graus Dias) e intervalo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas (Graus Dias) para cada classe selecionada da população HT-1. Porto Alegre – RS, 2001/2002.

Classe ¹	Estatura de planta			Inserção da espiga			Florescimento masculino			Florescimento feminino			Intervalo pólen/estigmas		
	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R	Média	h_R	G_R
C0	197,69			112,84			963,08			1004,80			41,73		
C0S _{BP} ²	178,19**			104,75			970,18			990,93*			20,75**		
C0S _{MP} ²	186,38*			105,81			970,18			998,07			27,89*		
C0S _{AP} ²	180,75			103,75			959,76			991,10*			31,34		
C0S _{MM} ²	198,63			105,00			970,07			1011,37			41,31		
C0S _{AM} ²	189,75			102,31*			966,39			997,90			31,51		
C0S _{BT} ²	179,75**			96,81**			949,64*			998,00			48,37		
C0S _{MT} ²	187,63*			106,81			970,07			1014,74			44,67		
C1 _{BP}	193,78	0,20	-3,91	110,25	0,32	-2,59	959,76	-0,47	-3,32	1001,43	0,24	-3,37	41,67	0,00	-0,06
C1 _{MP}	189,38	0,73	-8,31	105,66	1,02	-7,18	959,40	-0,52	-3,68	987,57**	2,56	-17,23	28,17*	0,98	-13,56
C1 _{AP}	176,41**	1,26	-21,28	104,00	0,97	-8,84	945,78**	5,21	-17,30	980,60**	1,77	-24,20	34,82	0,67	-6,91
C1 _{MM}	194,09	-3,83	-3,60	105,63	0,92	-7,21	955,73	-1,05	-7,35	1001,43	-0,51	-3,37	45,71	-9,48	3,98
C1 _{AM}	193,97	0,47	-3,72	107,00	0,55	-5,84	952,41	-3,22	-10,67	997,90	1,00	-6,90	45,49	-0,37	3,76
C1 _{BT}	182,23**	0,86	-15,46	93,33**	1,22	-19,51	962,72	0,03	-0,36	1015,07	-1,51	10,27	52,36	1,60	10,63
C1 _{MT}	197,53	0,02	-0,16	116,81	-0,66	3,97	970,07	1,00	6,99	1017,77*	1,30	12,97	47,71	2,03	5,98

* Diferença das classes em relação a C0 a 5% de probabilidade pelo t-teste.

** Diferença das classes em relação a C0 a 1% de probabilidade pelo t-teste.

¹ C0 = Amostra das famílias originais na população HT-1, C0S = Amostra das famílias selecionadas na população HT-1, C1 = Amostra das famílias da população HT-1 após a recombinação das famílias selecionadas

² BP = estatura baixa e ciclo vegetativo precoce; MP = estatura média e ciclo vegetativo precoce; AP = estatura alta e ciclo vegetativo precoce; MM = estatura média e ciclo vegetativo médio; AM = estatura alta e ciclo vegetativo médio, BT = estatura baixa e ciclo vegetativo tardio; MT = estatura média e ciclo vegetativo tardio.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que as condições dos experimentos para a seleção e avaliação das populações estudadas não foram adequadas. A avaliação dos genótipos, realizada em apenas um ambiente, não possibilitou a estimação da interação genótipoXambiente, dificultando a seleção das famílias. Da mesma forma, a data de semeadura e o controle de plantas invasoras deveriam ter sido mais ajustados para permitir a avaliação mais precisa do germoplasma.

Para os caracteres estatura de planta e florescimento masculino foram observados alta herdabilidade somente para a população BR402 na maioria das classes do ciclo 1.

Foi encontrado ganho genético favorável para a estatura de planta e florescimento masculino nas populações, principalmente na BR402, que apresentou redução na estatura de planta da classe baixa e maximização na estatura de planta da classe alta, indicando a possibilidade de ajuste das populações às condições do ambiente do sul do Brasil.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAMA, H.A.S. et al. Identification of quantitative trait loci for nitrogen use efficiency in maize. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v.5, n.2, p.187-195, 1999.
- ALLAN, R.E. et al. Inheritance and differentiation of semidwarf culm length of wheat. **Crop Science**, Madison, v.8, n.6, p.701-704, 1968.
- ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. 3th ed. New York: John Wiley, 1960, 485p.
- AMARAL, A.L. **Estatura e ciclo como critério de seleção indireta para o rendimento de grãos em aveia**. 1996. 113f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- AMARAL, A.L. et al. Estimativa da herdabilidade para os caracteres adaptativos ciclo e estatura de planta em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.1, p.33-37, 1996.
- AMORIM, E.P. **Variabilidade genética em milho doce estimada através de caracteres morfológicos, RAPD e Microssatélites**. 2002. 69f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002
- BARBOSA NETO, J. F. et al. Progresso genético no melhoramento da aveia-branca no sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1605-1612, 2000.
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. **Agroclima da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da UFRGS, 1990. Não paginado.
- BONOMO, P. et al. Correlações entre caracteres na população de milho palha roxa. **Revista Ceres**, Viçosa, v.47, n.271, p.263-271, 2000.

BYRNE, P.F. et al. Gains from selection under drought versus multilocation testing in related tropical maize populations. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.63-69, 1995.

CAMARGO, C.E.O. Melhoramento do trigo. VIII – Associações entre produção de grãos e outros caracteres agronômicos em populações híbridas envolvendo diferentes fontes de nanismo. **Bragantia**, Campinas, v.43, n.2, p.541-552, 1984.

CAMARGO, C.E.O.; OLIVEIRA, O.F. Melhoramento de trigo II. Estudo genético de fontes de nanismo para a cultura do trigo. **Bragantia**, Campinas, v.40, n.7, p.77-91, 1981.

CAMARGO, C.E.O.; OLIVEIRA, O.F. Melhoramento de trigo V. Estimativas da herdabilidade e correlações entre altura, produção de grãos e outros caracteres agronômicos em trigo. **Bragantia**, Campinas, v.42, n.12, p.131-148, 1983.

CAMERON, J.W.; COLE Jr, D.A. Effects of the genes *su₁*, *su₂*, and *du* on carbohydrates in developing maize kernels. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, n.7, p.424-427, 1959.

CARDOSO, E.T. **Genética de caracteres agronomicos e de qualidade em milho doce**. 2001. 86f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CARVALHO, F.I.F. et al. Herdabilidade do caráter estatura de planta de trigo: estimativa através do coeficiente de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, p.55-67, 1981.

CAVIEDES-CEPEDA, M. et al. Efeitos gênicos e oscilação genética associados à seleção recorrente intrapopulacional na população de milho SA3. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1585-1593, 2000.

COX, T.S. et al. Genetic-improvement in agronomic traits of hard red winter-wheat cultivars from 1919 to 1987. **Crop Science**, Madison, v.28, n.5, p.756-760, 1988.

CREECH, R.G.; McARDLE, F.J. Gene interaction for quantitative changes in carbohydrates in maize kernels. **Crop Science**, Madison, v.6, n.2, p.192-194, 1966.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.

DICKINSON, D.B.; PREISS, J.G. Presence of ADP-Glucose pyrophosphorylase in *shrunk-2* and *brittle-2* mutants of maize endosperm. **Plant Physiology**, San Diego, v.44, p.1058-1062, 1969.

DOTTO, S.R. **Estudo da herança de caráter estatura de planta envolvendo genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) de porte alto e baixo**. 1976. 119f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1976.

EHDANE, B.; WAINES, J.G. Genetic variation, heritability and path-analysis in landraces of bread wheat from south western Iran. **Euphytica**, Wageningen, v.41, n.3, p.183-190, 1989.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

FEHR, W.R. **Principles of cultivar development: theory and technique**. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. v.1. 563p.

FERRÃO, R.G. et al. Três ciclos de seleção massal estratificada na população de milho EEL₂. **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.241, p.325-329, 1995.

FERREIRA, G.A.D.; BORÉM, A. Predição do ganho genético em uma população de milho (*Zea mays* L.) palharoxa. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.263, p.29-44, 1999.

FREIRE, E.C.; PATERNIANI, E. Seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos na população de milho ESALQ VD2-SI82, em condições de inverno. **Revista Brasileira de Genética**, Piracicaba, v.9, n.3, p.459-465, 1986.

FREY, K.J. Inheritance and heritability of heading date in barley. **Agronomy Journal**, Madison, v.46, n.5, p.226-228, 1954.

FREY, K.J.; HORNER, T. Heritability in standards units. **Agronomy Journal**, Madison, v.49, n.2, p.59-62, 1957.

GAMA, E.E.G. et al. Origem e importância do milho doce. In: EMBRAPA. CNPMS. **A cultura do milho doce**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1992. (Circular Técnica n.18). p.5-34.

GARDNER, C.O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. **Crop Science**, Madison, v.1, n.4, p.241-245, 1961.

GARWOOD, D.L. et al. Postharvest carbohydrate transformations and processed quality of high sugar maize genotypes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.101, n.4, p.400-404, 1976.

GRANADOS, G. et al. Response to selection for tolerance to acid soils in a tropical maize population. **Crop Science**, Madison, v.33, n.5, p.936-940, 1993.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2nd ed. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468p.

IPAGRO. Seção de Ecologia Agrícola. **Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989. 210p.

- JOHNSON, E.C. et al., Recurrent selection for reduced plant height in lowland tropical maize. **Crop Science**, Madison, v.26, n.2, p.253-260, 1986.
- KAUKIS, K.; DAVIS, D.W. Sweet corn breeding. In: BASSET, M.J. **Breeding vegetable crops**. Gainesville: Avi publishing company, 1986. p. 475-519.
- KETATA, H.; EDWARDS, L.H.; SMITH, E.L. Inheritance of eight agronomic caracteres in a winter wheat. **Crop Science**, Madison, v.16, n.1, p.19-22, 1976.
- LANDI, P.; FRASCAROLI, E. Responses to a modified reciprocal recurrent selection in two maize synthetics. **Crop Science**, Madison, v.35, n.3, p.791-797, 1995.
- MIRANDA, L.T. et al. Oito ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meio irmãos no milho IAC-1. **Bragantia**, Campinas, v.36, n.18, p.187-196, 1977.
- MITTELMANN, A. et al. Herdabilidade para os caracteres ciclo vegetativo e estatura de plantas em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, p.999-1002, 2001.
- NGUYEN, H.T.; SLEPER, D.A. Theory and application of half-sib mating in forage grass breeding. **Theoretical Applied and Genetics**, Belfast, v.64, n.3, p.187-196, 1983.
- PANDEY, S. et al. Progress from selection in eight tropical maize population using international testing. **Crop Science**, Madison, v.26, n.5, p.879-884, 1986.
- PARENTONI, S.N. et al. Milho doce. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.165, p.17-22, 1990.
- PARERA, C.A.; CANTLIFFE, D.J. Improved germination and modified embibition of shrunken-2 sweet corn by seed disinfection and solid matrix priming. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.116, n.6, p.942-945, 1991.
- PARERA, C.A.; CANTLIFFE, D.J. Presowing seed treatments to enhance supersweet sweet corn seed and seedling quality. **Hortscience**, Alexandria, v.29, n.4, p.277-278, 1994.
- PARERA, C.A. et al. Field emergence of shrunken-2 corn predicted by single-vigor and multiple-vigor laboratory tests. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.120, n.1, p.128-132, 1995.
- PARERA, C.A. et al. Improving vigor in shrunken-2 corn seedlings. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.121, n.6, p.1069-1075, 1996.
- PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v.7, n.3, p.212-216, 1967.

PATERNIANI, E. Melhoramento de populações de milho. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.21, n.1, p.3-10, 1969.

PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.215-274, 1988.

PEREIRA, L.R. et al. Cultivares. **Indicações técnicas para a cultura do milho no RS**, [Porto Alegre:], EMATER/RS, 2001. (Boletim Técnico n.7). p.74-84.

PETR, F.C.; FREY, K.J. Genotypic correlations, dominance, and heritability of quantitative characters in oats. **Crop Science**, Madison, v.6, n.3, p.259-262, 1966.

PINTO, R.J.B. **Introdução ao melhoramento genético de plantas**. Maringá: EDUEM, 1995. 275p.

PIONEER. **Guia de produtos**. Campinas: Pioneer, 1997. 82p.

REIFSCHNEIDER, F.J.B. et al. Milhos-doces: Superdoce (BR-400), Doce-de-Ouro (BR-401) e Doce Cristal (BR-402). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.2, n.2, p.53-54, 1984.

REVILLA, P.; TRACY, W.F. Isozyme variation and phylogenetic relationship among open-pollinated sweet corn cultivars. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.219-277, 1995.

RITCHIE, S.W. et al. **How a corn plant develops**: Special Report n.48. Ames: Iowa State University Cooperative Extension Service, 1992. Disponível em: <<http://maize.agron.iastate.edu/corngrows.html>>, acesso em: 13/03/2002.

RUBINO, D.B.; DAVIS, D.W. Response of a sweet corn x tropical maize composite to mass selection for temperate-zone adaptation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.115, n.5, p.848-853, 1990.

SAS. **The SAS System for Windows versão 8.1**. Cary: SAS/STAT Institute Inc., 2001. (3 CD-Rom).

STANKA, A.M. et al. Varietal responses in spring barley to natural and artificial lodging and to a growth regulator. **Journal Agronomic Science**, Cambridge, v.93, p.449-458, 1979.

STODDART, J.L.; LLOYD, E.J. Modification by gibberelin of the growth/temperature relationship in mutant and normal genotypes of several cereals. **Planta**, Berlin, v.167, p.364-368, 1986.

STORK, L.; LOVATO, C. Milho doce. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.21, n.2, p.283-292, 1991.

TEIXEIRA, F.F. et al. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.483-488, 2001.

TRACY, W. F. Sweet Corn: History, genetics and breeding of Supersweet (shrunken2). **Plant Breeding Reviews**, Madison, v.14, p.189-237, 1997.

TROYER, A.F. Selection for early flowering in corn: 18 adapted F₂ populations. **Crop Science**, Madison, v.26, n.2, p.283-285, 1986.

TROYER, A.F.; BROWN, W.L. Selection for early flowering in corn seven late synthetics. **Crop Science**, Madison, v.16, n.3, p.767-772, 1976.

TROYER, A.F.; LARKINS, J.R. Selection for early flowering in corn: 10 late synthetics. **Crop Science**, Madison, v.25, n.3, p.695-697, 1985.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Faculdade de Agronomia. Departamento de Plantas Forrageira e Agrometeorologia. **Boletim Agrometeorológico da Estação Experimental Agrônômica, 2001 e 2002**. Porto Alegre: [S.n., 2002]. Dados não publicados.

VERA, G.A.; CRANE, P.L. Effects of selection for lower ear height in synthetic populations of maize. **Crop Science**, Madison, v.10, n.3, p.286-288, 1970.

VIÉGAS, G.P.; PEETEN, H. Sistemas de produção. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2, p.453-538.

WEBEL, O.D.; LONNQUIST, J.H. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v.7, n.6, p.651-655, 1967.

WEIBEL, R.O.; PENDLETON, J.W. Effect of artificial lodging on winter wheat grain yield and quality. **Agronomic Journal**, Stanford, v.56, p.487-488, 1961.

WIERSMA, D.W. et al. Environment and cultivar effects on winter wheat response to ethephon plant growth regulator. **Agronomic Journal**, Stanford, v.78, p.761-764, 1986.

ZANATTA, A.C.A.; OERLECKE, D. Efeito de genes de nanismo sobre alguns caracteres agrônômicos e morfológicos de *Triticum aestivum* (L) Thell. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.7, p.1001-1016, 1991.

7. VITA

Alexandre Wunder Voltz, filho de Rudi Carlos Voltz e Ivete Wunder Voltz, nasceu em 16 de setembro de 1976, em Ijuí, Rio Grande do Sul.

Estudou o curso primário na Escola Municipal de 1º Grau Incompleto Coelho Neto (Esquina gaúcha/Augusto Pestana – RS), Escola Estadual de 1º e 2º Grau José Lange (Augusto Pestana – RS) e Colégio Evangélico Augusto Pestana – CEAP (Ijuí – RS). cursou o segundo grau no Colégio Evangélico Augusto Pestana – CEAP (Ijuí – RS).

Em 1995 ingressou na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, em Ijuí – RS, onde graduou-se em Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2000. Foi bolsista de iniciação científica de 1997 a 2000. Em março de 2000 iniciou seus estudos de Mestrado no Programa de Pós – Graduação em Fitotecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

